

## Capacitive liq. level sensor based on cores of flexible ribbon cable for e.g. milk tank

Publication number: DE19516809

Publication date: 1996-09-05

Inventor: PLOECHINGER HEINZ DIPL ING (DE)

Applicant: PLOECHINGER HEINZ DIPL ING (DE)

Classification:

- international: **G01D5/24; G01F23/26; G01D5/12; G01F23/22;** (IPC1-7): A01J9/00; G01F23/26; G01D5/24

- european: G01D5/24F; G01F23/26B4; G01F23/26B6

Application number: DE19951016809 19950508

Priority number(s): DE19951016809 19950508

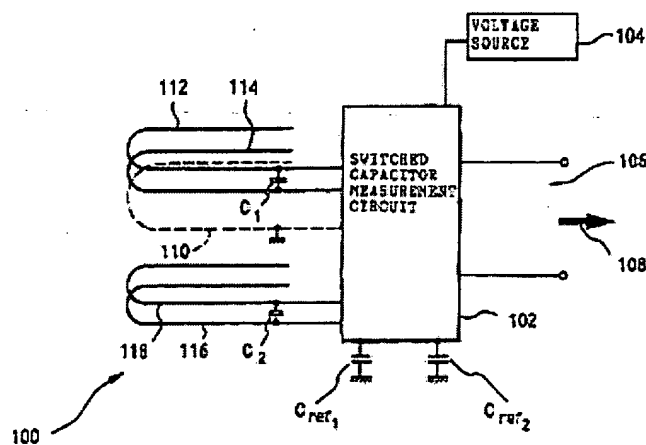
Also published as:

WO9635929 (A1)  
EP0824671 (A1)  
US6178818 (B1)  
EP0824671 (A0)  
EP0824671 (B1)

[Report a data error here](#)

### Abstract of DE19516809

The liquid level sensor includes two capacitive sensor elements (C1,C2) whose electrodes are biased alternately with voltages from a switched-capacitor measuring circuit (102) connected to two reference capacitors (Cref1,Cref2). Pref. these electrodes are constituted by the outer pairs (112-118) of cores of a five-core flexible ribbon cable (100) fixed to both of the principal faces of a plastic rail projecting from a circuit board into the liq. An ASIC circuit on the other side of the board is wired to a power supply and signal connector.



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide

①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 195 16 809 C 1

⑤① Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**G 01 F 23/26**  
G 01 D 5/24  
// A 01 J 9/00

②① Aktenzeichen: 195 16 809.7-52  
②② Anmeldetag: 8. 5. 95  
④③ Offenlegungstag: —  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 5. 9. 96

DE 195 16 809 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:  
Plöchinger, Heinz, Dipl.-Ing., 82319 Starnberg, DE  
  
⑦④ Vertreter:  
Schoppe, F., Dipl.-Ing.Univ., Pat.-Anw., 82049 Pullach

⑦② Erfinder:  
gleich Patentinhaber

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE	40 25 400 C1
DE	39 02 107 A1
WO	92 18 856 A1

⑤④ Kapazitiver Füllstandsensor

⑤⑦ Ein kapazitiver Füllstandsensor umfaßt ein kapazitives Sensorelement, das innerhalb eines Fluids, dessen Füllstand zu erfassen ist, angeordnet ist, und eine Auswertungseinrichtung, die mit dem kapazitiven Sensorelement verbunden ist und deren Kapazitätswert erfaßt und abhängig von dem erfaßten Kapazitätswert ein den Füllstand anzeigendes Signal erzeugt, wobei das kapazitive Sensorelement durch ein Flachbandkabel gebildet ist.

DE 195 16 809 C 1

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen kapazitiven Füllstandsensor gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Aus dem Stand der Technik bekannte Füllstandsensoren weisen ein kapazitives Sensorelement auf, das innerhalb eines Fluids, dessen Füllstand zu erfassen ist, angeordnet ist. Ferner umfassen solche bekannten Füllstandsensoren Auswertungsschaltungen, mittels derer anhand der erfaßten Kapazität des kapazitiven Sensorelements in den Füllstand angegebendes Signal erzeugt wird.

Ein Nachteil dieser bekannten Füllstandsensoren besteht darin, daß die Elektroden der kapazitiven Sensorelemente geschützt sein müssen. Im Regelfall bedeutet dies, daß diese mit einem Schutzmaterial überzogen sind. Derartige Schutzüberzüge sind in vielen Fällen porös, so daß das Fluid, dessen Füllstand zu erfassen ist, mit den Elektroden des Sensorelementes, die beispielsweise aus Kupfer bestehen, in Kontakt kommen kann.

Ein solcher Kontakt ist insbesondere bei Anwendungen unerwünscht, bei denen der Füllstand eines Lebensmittelfluids, z. B. Milch in einem entsprechenden Tank, erfaßt werden soll. In diesem Fall kann eine Verunreinigung des zu erfassenden Lebensmittelfluids oder eine Änderung des Geschmacks eines solchen Lebensmittels auftreten.

Ein weiterer Nachteil dieser bekannten Füllstandsensoren besteht darin, daß deren kapazitive Sensorelemente, d. h. deren mit einem Schutzmaterial ummantelte Elektroden eine relativ aufwendige Struktur haben, die eine kostenträchtige, mehrere Schritte umfassende Herstellung erfordert.

Wiederum ein weiterer Nachteil dieser bekannten Füllstandsensoren besteht darin, daß an den Schutzüberzügen ein Teil des Fluids, dessen Füllstand zu erfassen ist, durch Adhäsion anhaftet, wodurch es zu Meßfehlern kommt und ein falscher Füllstand angezeigt wird.

Die DE 40 25 400 C1 betrifft ein Verfahren und eine Sondenanordnung für die DK-kompensierte, kapazitive Füllstandsmessung. Diese bekannte Vorrichtung umfaßt eine Füllstandsmeßsonde sowie eine Kompensationssonde, die zueinander parallel und mit ihrer Längsrichtung parallel zur Innenwand eines Behälters in ein Füllgut eintauchen. Mittels eines mit der Meßkapazität verbundenen HF-Generators und eines Meßstromgleichrichters wird die Meßkapazität der Füllstandsmeßsonde bzw. Kompensationssonde ermittelt und hieraus der Füllstand abgeleitet.

Die DE 39 02 107 A1 betrifft eine kapazitive Füllstands- und Niveaumeßeinrichtung, die einen Meßkondensator aufweist, der aus mindestens einer Meßelektrode und mindestens einer Masselektrode besteht, die in der Form von leitfähigen Drähten, Litzen oder Bändern ausgebildet sind, die parallel nebeneinander verlaufen und gegeneinander und gegenüber dem zu messenden Medium durch eine dielektrische Isolation getrennt sind. In den Fig. 2 bis 7 sind unterschiedliche Ausführungen der Meßkondensatoren dargestellt.

Die WO 92/18856 A1 betrifft eine Switched Capacitor Schaltung und beschäftigt sich mit der Messung der elektrischen Leitfähigkeit von Flüssigkeiten.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Füllstandsensor derart weiterzubilden, daß dieser einfacher und kostengünstiger bei ausreichendem Schutz der Elektroden des kapazitiven Sensorelementes des Füll-

standensors hergestellt werden kann, und daß Meßfehler beim Betrieb des Füllstandensors vermieden werden.

Diese Aufgabe wird durch einen kapazitiven Füllstandsensor gemäß Anspruch 1 gelöst.

Die vorliegende Erfindung schafft einen kapazitiven Füllstandsensor mit zwei kapazitiven Sensorelementen, die innerhalb eines Fluids, dessen Füllstand zu erfassen ist, angeordnet sind, und einer Auswertungseinrichtung, die mit den kapazitiven Sensorelementen verbunden ist, deren Kapazitätswerte erfaßt und abhängig von den erfaßten Kapazitätswerten ein den Füllstand anzeigendes Signal erzeugt. Die kapazitiven Sensorelemente sind durch ein fünfadriges Flachbandkabel gebildet, wobei die jeweiligen kapazitiven Sensorelemente durch jeweils zwei Adern des Flachbandkabels gebildet sind, die durch eine mittlere Ader, die mit Masse verbunden ist, entkoppelt sind. Das Flachbandkabel ist mit einer sogenannten Switched Capacitor-Meßschaltung verbunden, die jegliche Umgebungseinflüsse auf die Sensorelemente aus dem Sensorsignal entfernt.

Bevorzugte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung sind in den Unteransprüchen definiert.

Anhand der beiliegenden Zeichnung wird nachfolgend ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockdiagramm eines bevorzugten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Füllstandensors;

Fig. 2a bis 2c Querschnittsdarstellungen von Flachbandkabeln, die beim Gegenstand der vorliegenden Erfindung verwendet werden;

Fig. 3a ein erstes bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 3b und 3c Querschnittsdarstellungen von Beispielen für die gemeinsame Anordnung von Flachbandkabel und Befestigungs- und Versteifungsschiene;

Fig. 4a ein zweites bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung; und

Fig. 4b eine Querschnittsdarstellung des in Fig. 4a verwendeten Flachbandkabels.

In Fig. 1 ist der kapazitive Füllstandsensor mit dem Bezugszeichen 100 versehen.

Bei diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel umfaßt der Füllstandsensor 100 ein erstes kapazitives Sensorelement  $C_1$  und ein zweites kapazitives Sensorelement  $C_2$ . Die jeweiligen Elektroden der Sensorelemente sind mit einer Auswertungseinrichtung 102, die eine Switched-Capacitor-Meßschaltung ist, verbunden.

Der Füllstandsensor weist ferner eine Spannungsquelle 104 auf, die mit der Auswertungseinrichtung 102 verbunden ist und dazu dient, die jeweiligen Elektroden der Sensorelemente  $C_1$  und  $C_2$  abwechselnd umzupolen. Das bedeutet, daß die jeweiligen Elektroden der Sensorelemente  $C_1$  und  $C_2$  durch die Spannungsquelle 104 abwechselnd mit Spannungen unterschiedlicher Polarität beaufschlagt werden.

Der Füllstandsensor umfaßt zwei Referenzkondensatoren  $C_{ref1}$  und  $C_{ref2}$ , die mit der Auswertungsschaltung 102 verbunden sind.

Es wird darauf hingewiesen, daß die jeweiligen Schaltereinrichtungen, die für die oben beschriebene unterschiedliche Beaufschlagung der Elektroden notwendig sind, sowohl in der Spannungsquelle 104 als auch in der Meßschaltung 102 vorgesehen sind. Nachdem es sich hierbei um eine an sich bekannte Konfiguration handelt, ist eine noch detailliertere Beschreibung nicht erforderlich.

• Bezüglich eines Beispiels für eine Switched Capacitor Meßschaltung wird auf die WO 92/18856 A1 verwiesen.

Die Switched Capacitor Meßschaltung 102 erzeugt an ihrem Ausgang 106 ein Ausgangssignal (Pfeil 108), das den Füllstand des Fluids anzeigt, in dem die kapazitiven Sensorelemente  $C_1$  und  $C_2$  angeordnet sind.

Die in Fig. 1 dargestellten Sensorelemente  $C_1$  und  $C_2$  sind gemäß der vorliegenden Erfindung durch ein Flachbandkabel gebildet. Solche Flachbandkabel sind in Fachkreisen an sich bekannt. In Fig. 1 ist das Flachbandkabel durch die fünf Leitungen 110, 112, 114, 116 und 118 angedeutet.

In Fig. 2a—c sind mehrere Flachbandkabel 200, 220 und 240 dargestellt, die bei dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel verwendet werden können.

Das Flachbandkabel 200 in Fig. 2a umfaßt fünf Adern 202, 204, 206, 208, 210. Bei der vorliegenden Erfindung ist das kapazitive Sensorelement  $C_1$  durch die beiden parallel verlaufenden, in der Fig. 2a linksseitig außenliegenden Adern 202 und 204 gebildet, und das kapazitive Sensorelement  $C_2$  ist durch die beiden parallel verlaufenden, in der Fig. 2a rechtsseitig außenliegenden Adern 208 und 210 gebildet. Die fünf Adern 202, 204, 206, 208 und 210 sind von einem Schutzüberzug 212 umgeben.

Die Ader 206 ist mit Masse verbunden, um die beiden kapazitiven Sensorelemente  $C_1$  und  $C_2$  voneinander zu entkoppeln. Dies ist in Fig. 1 durch die Masseleitung 110 dargestellt.

Das in Fig. 2b dargestellte Flachbandkabel 220 entspricht im wesentlichen dem in Fig. 2a dargestellten. Das Flachbandkabel 220 umfaßt fünf Adern 222, 224, 226, 228 und 230. Die Form des Schutzüberzuges 232 ist beim Flachbandkabel 220 an die Adern 222 bis 230 angepaßt.

Das in Fig. 2c dargestellte Flachbandkabel 240 weist ebenfalls fünf Adern 242, 244, 246, 248 und 250 auf. Ein Schutzüberzug 252 umgibt die Adern 242 bis 250. Bei diesem Flachbandkabel 240 sind die Adern 242 bis 250 in dem Schutzüberzug einlaminiert.

Die bei der vorliegenden Erfindung verwendeten Flachbandkabel weisen einen Schutzüberzug auf, an dem keine Adhäsion des Fluids auftritt, dessen Füllstand zu erfassen ist.

Ein bevorzugtes Material für den Schutzüberzug ist Teflon. Es sind jedoch auch andere Materialien, bei denen keine Adhäsion des Fluids, dessen Füllstand zu erfassen ist, auftritt, als Schutzüberzug verwendbar.

Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung kann das Flachbandkabel, das die kapazitiven Sensorelemente enthält, in der Form einer Schleife innerhalb eines Fluids angeordnet sein, so daß beide Enden des Flachbandkabels aus dem Fluid herausragen und somit eine durchgehende Isolation der kapazitiven Sensorelemente in dem Fluid sichergestellt ist.

Es ist jedoch ebenfalls möglich, das Flachbandkabel mit einem Ende in das Fluid einzubringen, vorausgesetzt, daß das entsprechende Ende, das in dem Fluid angeordnet ist, isoliert ist.

Mittels der Anordnung, wie sie in Fig. 1 gezeigt ist, ist es möglich, Umgebungseinflüsse, wie z. B. Temperaturänderungen, auf die Sensorelemente  $C_1$ ,  $C_2$  zu kompensieren. Dies erfolgt auf an sich bekannte Art und Weise durch eine Switched-Capacitor-Meßschaltung in Verbindung mit der Spannungsquelle 104, die die Sensorelemente  $C_1$  und  $C_2$  abwechselnd mit Spannungen unterschiedlicher Polarität beaufschlagt.

Der Vorteil des Gegenstandes der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß durch die Verwendung eines Flachbandkabels zur Realisierung der kapazitiven Sensorelemente  $C_1$ ,  $C_2$  diese auf einfache und billige Art gebildet werden können. Naturgemäß werden bei einem Flachbandkabel gleichmäßige Abstände zwischen den einzelnen Adern sichergestellt, so daß sich bei dem Gegenstand der Erfindung die Kapazitätswerte nicht aufgrund von Ungenauigkeiten der einzelnen Elektrodenabstände verändern.

Es wird darauf hingewiesen, daß die vorliegende Erfindung nicht auf die Verwendung eines fünfadrigen Flachbandkabel beschränkt ist, sondern daß abhängig von der ausgewählten Konfiguration des erfindungsgemäßen Füllstandsensors unterschiedliche Flachbandkabel mit einer unterschiedlichen Aderanzahl verwendet werden können.

Es ist möglich, anstelle der oben beschriebenen zwei Sensorelemente auch mehr als zwei Sensorelemente zu verwenden, wobei in diesem Fall ein Flachbandkabel mit mehreren Adern verwendet werden muß und berücksichtigt werden muß, daß die einzelnen Adern, die ein einzelnes Sensorelement bilden, durch einen Masseleiter voneinander entkoppelt sind.

In Fig. 3a ist ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung dargestellt. Der Füllstandsensor ist in seiner Gesamtheit mit dem Bezugszeichen 300 bezeichnet.

Der Füllstandsensor 300 umfaßt ein Einschraubgehäuse 302. Dieses Einschraubgehäuse 302 ermöglicht es, den Füllstandsensor 300 derart an einem Behälter, z. B. einem Tank, zu befestigen, daß eine Erfassung des Füllstands des in dem Behälter enthaltenen Fluids durchgeführt werden kann.

Eine Verbindieranordnung 304 ist vorgesehen, um die entsprechenden elektrischen und Signalführungsverbindungen mit einer externen Schaltungsanordnung, beispielsweise mit einem Anzeigegerät und einer externen Leistungsversorgung (beide nicht dargestellt), herzustellen.

Über Leitungen 306 ist die Verbindieranordnung 304 mit einer Schaltungsplatine 308, z. B. einer gedruckten Schaltungsplatine, verbunden. Auf der Schaltungsplatine 308 ist eine sogenannte ASIC-Schaltung 310 vorgesehen (ASIC = application specific integrated circuit = anwenderspezifische integrierte Schaltung), mittels der die bereits anhand von Fig. 1 beschriebene Switched Capacitor Meßschaltung ausgeführt ist.

An der Rückseite der Schaltungsplatine 308 (an der der ASIC-Schaltung 310 gegenüberliegenden Hauptoberfläche der Schaltungsplatine 308) ist eine sogenannte Befestigungs- und Versteifungsschiene 312 befestigt. Bei dem in Fig. 3a dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Schiene 312 aus einem Kunststoff-Material hergestellt. Die Schiene 312 ist derart befestigt, daß sie sich von der Schaltungsplatine aus über die Verbindieranordnung 302 heraus erstreckt, so daß das von der Schaltungsplatine 308 entfernte Ende der Schiene 312 in den Behälter reicht, in dem sich das Fluid befindet, dessen Füllstand zu erfassen ist.

Auf den beiden Hauptoberflächen der Schiene 312 ist ein Flachbandkabel 314 befestigt. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Flachbandkabel 314 z. B. aufgeklebt. Wie es aus Fig. 3a zu erkennen ist, ist das Flachbandkabel 314 auf beiden Hauptoberflächen der Schiene 312 befestigt, so daß das Flachbandkabel 314 in der Form einer Schlaufe in dem Fluid angeordnet ist. Ein Ende des Flachbandkabels ist über eine Leitung 316 mit

der ASIC-Schaltung 310 auf der Schaltungsplatine 308 verbunden. Das andere Ende des Flachbandkabels 314 ist im Leerlauf.

Diese Ausführung der Schiene 312 und des Flachbandkabels 314 ist anhand der Fig. 3b deutlicher dargestellt.

In Fig. 3c ist eine alternative Ausführung der Anordnung der Schiene 312 und des Flachbandkabels 314 dargestellt.

Die Schiene 312 ist als rohrförmiges Bauteil mit quadratischem Querschnitt ausgeführt, wobei das Flachbandkabel auf zwei gegenüberliegenden Flächen der Schiene angeordnet ist.

Es ist offensichtlich, daß neben den in Fig. 3b und 3c beschriebenen Ausführungen der Anordnung der Schiene und des Flachbandkabels auch weitere Anordnungen möglich sind, und die vorliegenden Erfindung nicht auf die beschriebenen Anordnungen beschränkt ist.

Anhand der Fig. 4a ist ein weiteres Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung dargestellt. Es wird darauf hingewiesen, daß für in Fig. 3a und in Fig. 4a gleiche Bauteile die gleichen Bezugszeichen verwendet werden.

Das in Fig. 4 dargestellte Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem in Fig. 3 dargestellten im wesentlichen dadurch, daß auf die Befestigungs- und Versteifungsschiene verzichtet wurde.

In Fig. 4b ist ein Querschnitt eines Flachbandkabels dargestellt, daß bevorzugterweise bei dem in Fig. 4a dargestellten Ausführungsbeispiel verwendet wird. Das in Fig. 4b dargestellte Flachbandkabel entspricht dem in Fig. 2c dargestellten Flachbandkabel.

#### Patentansprüche

1. Kapazitiver Füllstandsensor, mit einem ersten kapazitiven Sensorelement ( $C_1$ ), das innerhalb eines Fluids, dessen Füllstand zu erfassen ist, angeordnet ist; einem zweiten kapazitiven Sensorelement ( $C_2$ ), das innerhalb des Fluids, dessen Füllstand zu erfassen ist, angeordnet ist; und einer Auswertungseinrichtung (102), die mit dem ersten und dem zweiten kapazitiven Sensorelement ( $C_1$ ,  $C_2$ ) verbunden ist und deren Kapazitätswerte erfaßt und abhängig von den erfaßten Kapazitätswerten ein den Füllstand anzeigendes Signal (108) erzeugt; **dadurch gekennzeichnet,** daß das erste kapazitive Sensorelement ( $C_1$ ) und das zweite kapazitive Sensorelement ( $C_2$ ) jeweils durch zwei Adern eines Flachbandkabels (200; 220; 240) mit mindestens fünf Adern gebildet sind, wobei die fünfte Ader (206; 226; 246) zwischen den Adern (202, 204, 208, 210; 222, 224, 228, 230; 242, 244, 248, 250) verläuft, die die kapazitiven Sensorelemente ( $C_1$ ,  $C_2$ ) bilden, und mit Masse verbunden ist; und daß die Auswertungseinrichtung (102) eine Switched Capacitor Meßschaltung ist.
2. Kapazitiver Füllstandsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswertungseinrichtung (102) derart aufgebaut ist, daß Umgebungseinflüsse auf die kapazitiven Sensorelemente ( $C_1$ ,  $C_2$ ) das erzeugte Signal (108) nicht beeinflussen.
3. Kapazitiver Füllstandsensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Flachbandkabel (200) eine Schlaufe in dem Fluid bildet.
4. Kapazitiver Füllstandsensor nach einem der An-

sprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Flachbandkabel (200) aus einem das Fluid abweisenden Material hergestellt ist.

5. Kapazitiver Füllstandsensor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Material Teflon ist.

6. Kapazitiver Füllstandsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswertungseinrichtung (102) durch eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (310) gebildet ist, die auf einer Schaltungsplatine (308) angeordnet ist; die Schaltungsplatine (308) in einem Einschraubgehäuse (302) angeordnet ist;

das Einschraubgehäuse (302) eine Verbinderanordnung (304) zum Herstellen der entsprechenden elektrischen und Signalführungsverbindungen mit einer externen Schaltungsanordnung aufweist, wobei die Verbinderanordnung mit der integrierten Schaltung (310) verbunden ist; und

das Flachbandkabel (314) mit der integrierten Schaltung (310) verbunden ist und sich von dieser über das Einschraubgehäuse (302) hinaus erstreckt.

7. Kapazitiver Füllstandsensor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Flachbandkabel (314) auf einer Schiene (312) befestigt ist, wobei die Schiene (312) an der der integrierten Schaltung (310) abgewandten Hauptoberfläche der Schaltungsplatine (308) befestigt ist.

8. Kapazitiver Füllstandsensor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Schiene (312) ein rohrförmiges Bauteil mit einem quadratischen Querschnitt ist, wobei das Flachbandkabel (314) auf zwei gegenüberliegenden Oberflächen angeordnet ist.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

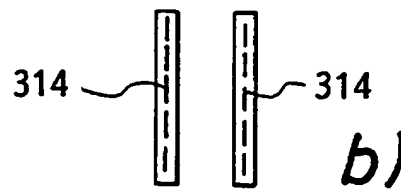
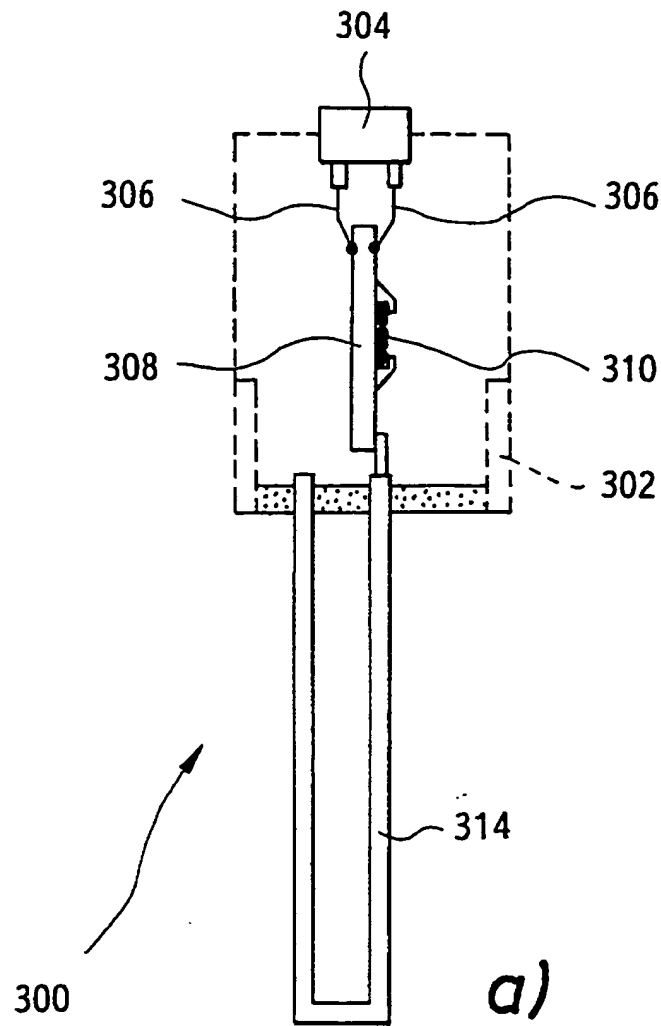


FIG. 4

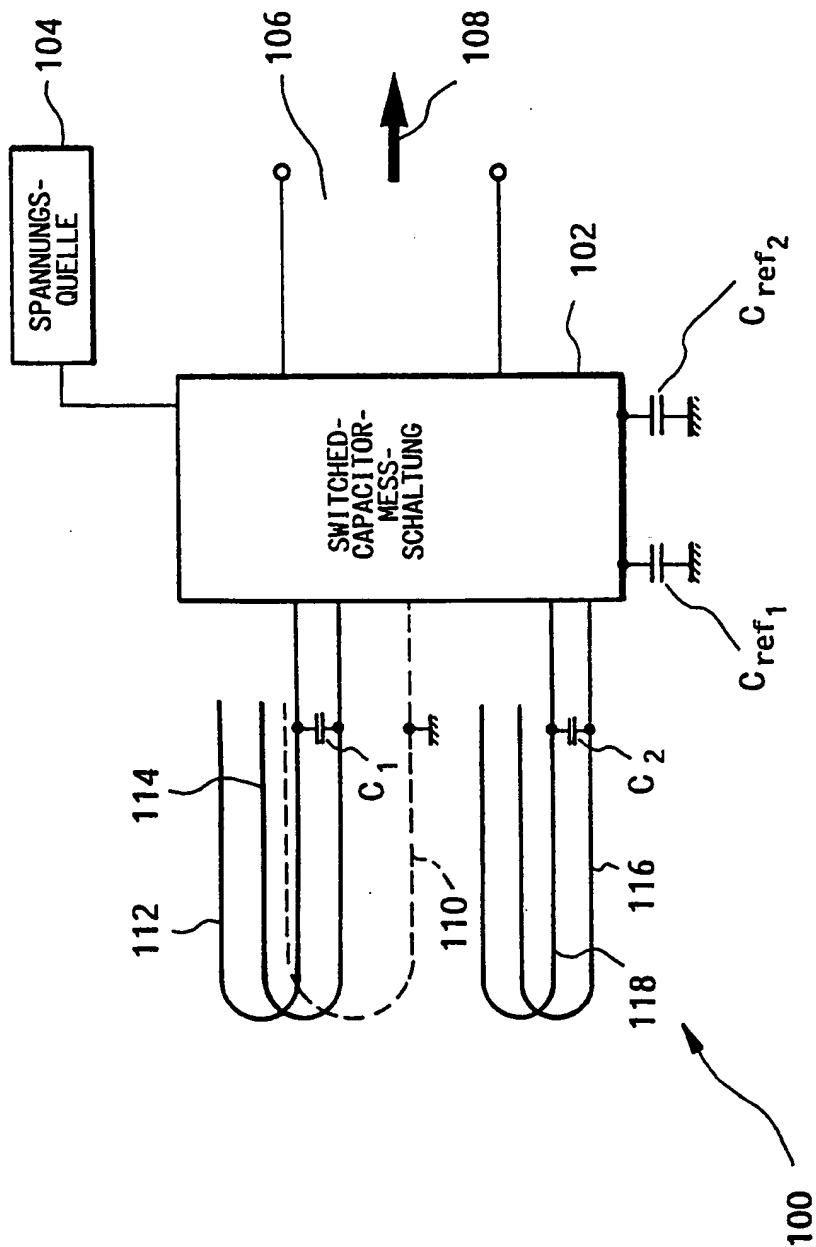
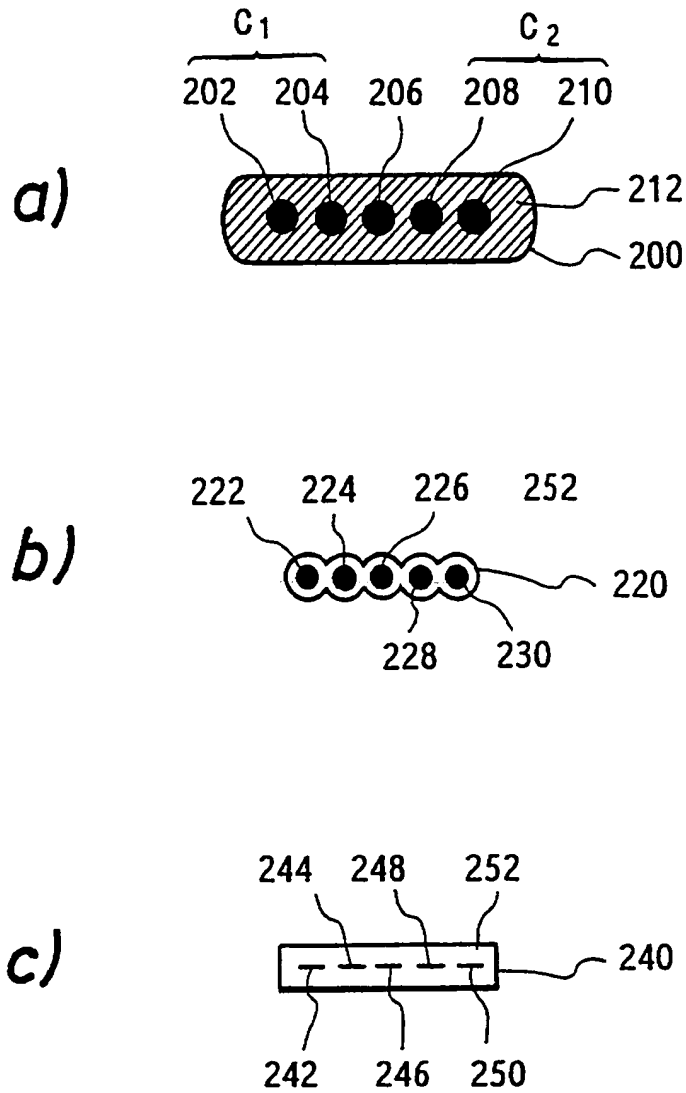


FIG. 1

BEST AVAILABLE COPY



**FIG.2**



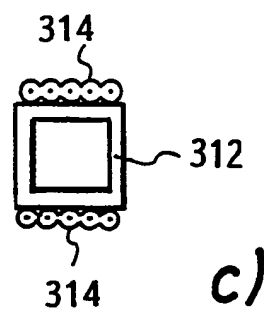
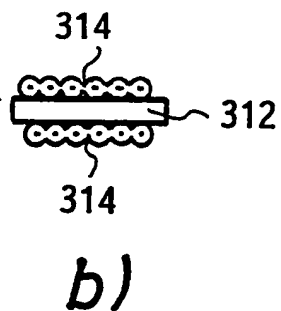
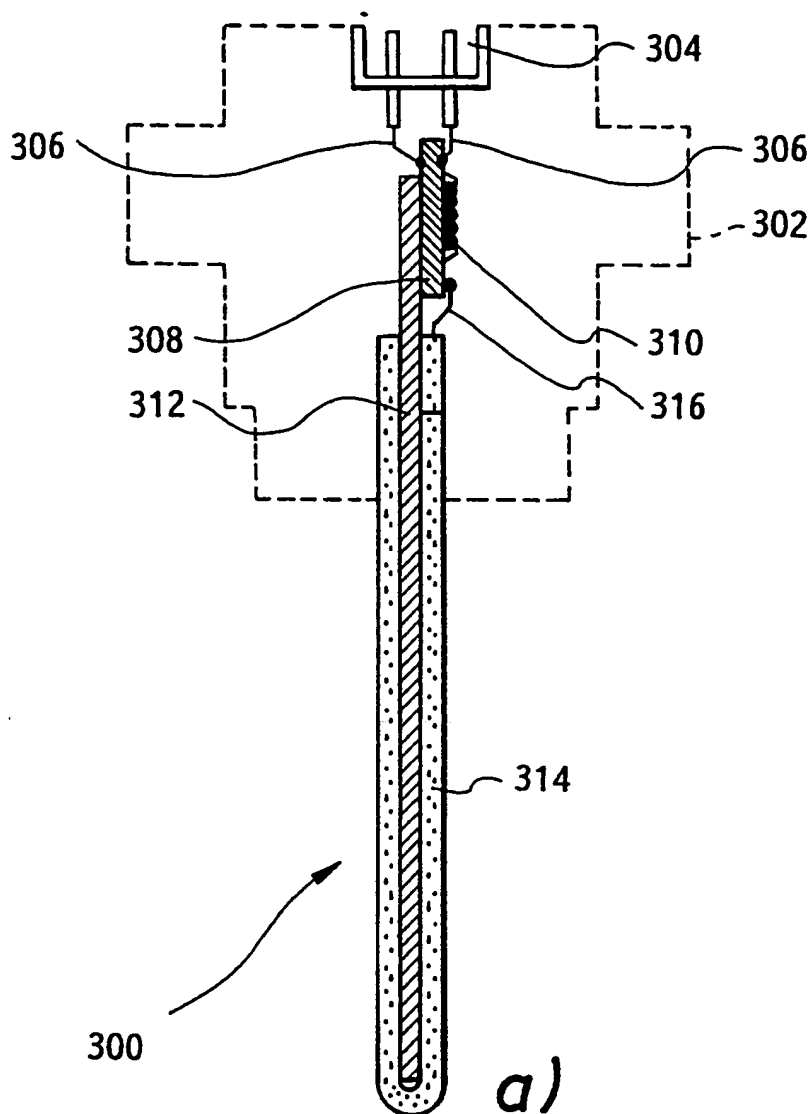


FIG. 3